

На правах рукописи

Колomoец Сергей Юрьевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ
ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК,
НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ
(НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Специальность 06.01.02 - мелиорация, рекультивация и охрана земель

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Барнаул – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет».

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Заносова Валентина Ивановна

Официальные оппоненты: **Счастливец Евгений Леонидович**, доктор технических наук, заведующий лабораторией моделирования геоэкологических систем ФГБУН «Институт вычислительных технологий Сибирского отделения РАН»

Шипилова Ася Максимовна,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»

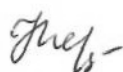
Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Защита состоится «28» июня 2018г. в 9-00 на заседании диссертационного совета Д 999.176.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», ФГБНУ «Научно исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко», ФГБНУ «Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» по адресу 656049 г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел./факс 8(3852)62-83-96, e-mail: agau@asau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», с материалами по защите диссертации на сайте: <http://www.asau.ru>

Автореферат разослан «__» апреля 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета.



Н.Н. Чернышева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Среди всего разнообразия водных объектов Российской Федерации широкое распространение получили малые реки. Протекая по огромным территориям, эти водотоки, непременно вовлекаются в хозяйственную деятельность человека, являясь источниками водных ресурсов и приемниками сточных вод. Около 30 % населения Российской Федерации проживает на их водосборной площади.

На водосборной территории малых рек сформировались природно–техногенные системы, включающие в себя, помимо природной составляющей, техногенный блок, управляющий составом и свойствами компонентов природы, и природными процессами для достижения заданной социально-экономической цели. Таким образом, за формирование природно-техногенных систем отвечают не только природные факторы, но и антропогенное воздействие. К числу природных факторов следует относить физико-географические характеристики водосборного бассейна (географическое положение, рельеф, климат, геологическое строение, почвы, растительность), которые оказывают существенное влияние на процессы формирования стока. По мнению Г.В. Воропаева (1976, 1980, 1984 гг.), С.Л. Вендрова (1979, 1981 гг.), Н.В. Разина (1981 г.), В.И. Антроповского (1984, 1985, 1986, 1996, 2004 гг.), И.А. Шикломанова (1989 г.), Р.А. Нежиховского (1987, 1990 г.), В.С. Лапшенкова (1994, 2003 гг.), В.А. Балкова (1996 г.), И.С. Шахова, В.Я. Черняка (2000 г.), А.М. Черняевой (2001 г.), А.М. Анохина (2004 г.), М.М. Мордвинцева (2011 г.) и других ученых, именно влияние антропогенных факторов стало основной причиной снижения водности малых рек и ухудшения качества воды.

Методической основой разработки управления природно–техногенными системами рек являются исследования Г.Х. Исмайылова (1978 г.), С.Н. Крицкого, М.Ф. Менкеля (1981, 1982 гг.), С.Е. Денисова, В.Н. Дерябина (1982 г.), А.М. Гареева (1989 г.), Д.Я. Ратковича (1993 г.), А.М. Черняевой (1993 г.), А.П. Лепихина (1995 г.), А.Е. Косолапова (1995, 1996, 1999, 2001 гг.), А.Н. Попова, Н.Б. Прохоровой (1997 г.), В.Г. Дубининой (2001 г.) и других ученых.

Развитие горнодобывающей отрасли в Кемеровской области связано с нарушением геологической среды, и в значительной мере обусловлено увеличением доли открытого способа добычи полезных ископаемых с формированием новых, техногенных ландшафтов, т.е. вовлечением новых земель сельскохозяйственного назначения. Регион занимает первое место в Сибирском федеральном округе по количеству нарушенных земель, в том числе водосборных территорий, и имеет самый низкий процент рекультивируемых земель по России. Влияние техногенных факторов стало основной причиной снижения водности малых рек и ухудшения качества речной воды. Сегодня по Кузбассу в восстановлении нуждается более 60 тыс. га земель (более 90 тыс. га по другим данным), использованных при разработке полезных ископаемых. Сложившаяся в бассейнах малых рек водохозяйственная и экологическая ситуация, требует неотложных мер по восстановлению, реабилитации и охране водных ресурсов малых рек. Восстановление малых рек и рекультивация нарушенных водосбор-

ных территорий, возвращение их в хозяйственный оборот является особенно актуальной проблемой для Кемеровской области.

Целью исследований является теоретическое и практическое обоснование способов рекультивации нарушенных земель и повышение качества и надежности проектных работ, направленных на достижение безопасного уровня функционирования водных экосистем.

Для реализации поставленной цели были решены следующие **задачи**:

- анализ и оценка современного состояния природно–техногенных комплексов малых рек Кузбасса;
- исследование влияния естественных и антропогенных факторов на современное состояние водосборных бассейнов малых рек;
- натурный выбор объектов исследования;
- проведение полевых исследований и экспериментов по разработке комплекса технологий рекультивации техногенно нарушенных земель;
- разработка технологий проектирования рекультивационных мероприятий в бассейне малой реки с использованием систем автоматизированного проектирования работ (САПР).

Объект исследований: природно–техногенная система бассейна малой реки, сформированная в результате горнодобывающих работ.

Предмет исследований: технические и технологические приемы восстановления и реабилитации малых водотоков с использованием систем автоматизированного проектирования.

Научная новизна результатов исследований. Впервые предложено использование САПР на примере программного комплекса Autodesk AutoCAD Civil 3D при проектировании природоохранных мероприятий в Кемеровской области, новых приемов рекультивации и охраны водных объектов.

Дана качественная и количественная оценка влияния естественных и антропогенных факторов на состояние природно–техногенных систем малых рек. Определены критерии выбора природоохранных мероприятий, направленных на реконструкцию русел малых рек и рекультивацию водосборов.

Методы исследований, исходные материалы. Методологической основой работы являются обобщенные современные представления о формировании поверхностных вод и прилегающей территории, в условиях существенного увеличения антропогенного воздействия на водосборы и экологической устойчивости водных экосистем. При проведении исследований использовались методы географо-гидрологического анализа, экспертной оценки, методы картирования. При обработке результатов применялись методы математической статистики, а также математического моделирования. В качестве исходных материалов использовались наработки, выполненные при непосредственном участии автора в ООО «Центр инженерных технологий» (2013-2016 гг.), в том числе данные полученные путем обследований и измерений на местности.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием официальной информации о состоянии и использовании водных ресурсов,

применением стандартных методов статистической обработки данных, положительными результатами внедрения исследований в практику проектирования.

Практическая значимость результатов исследований. Обоснован выбор инженерно–технических решений по восстановлению русел малых рек, в том числе по локальному улучшению их гидрологического режима. Определены целевые ориентиры восстановления с учетом специфики природных условий и состоянием восстанавливаемого водотока и его водосборной площади в современных (реальных) условиях. Определены объемы рекультивационных работ водосборных участков рек Заломаева, Верхняя Тыхта и Кыргай с целью предотвращения деградации водных экосистем.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты исследования значимости природных и техногенных условий территории при формировании современной экологической ситуации малых рек Кемеровской области.

2. Восстановление и рекультивацию нарушенных территорий необходимо решать в комплексе с мероприятиями по экологической реабилитации малых рек.

3. Технологическая модель системы автоматизированного проектирования при восстановлении природно–техногенной системы бассейна малой реки.

Апробация работы. Результаты работы были представлены, обсуждены и одобрены IX, X, XI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству (г. Барнаул, 2014-2016 гг.); I и II региональных молодежных реферативно-практических конференциях «Теория и практика инновационного развития в представлениях нового поколения» (г. Барнаул, 2015-2016 гг.), а также на ежегодных научных семинарах кафедры гидравлики, с/х водоснабжения и водоотведения Алтайского государственного аграрного университета.

Личный вклад соискателя состоит в обосновании идеи работы и ее реализации путем постановки цели и задач исследования, непосредственного участия в выполнении аналитических и экспедиционных исследований, разработке проектных решений с использованием САПР, а также обобщения результатов исследований и разработки рекомендаций по их использованию, внедрению результатов исследований.

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 9 печатных работах, в том числе 3 публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Тема диссертационного исследования соответствует формуле и области исследований пп. 10, 15, 24 паспорта специальности ВАК РФ 06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель».

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения и библиографического списка из 161 наименований, содержит 130 страниц текста, в том числе 9 таблиц и 33 рисунка.

Автор выражает глубокую благодарность и признательность научному руководителю д.с-х.н. В.И. Заносовой за ценные советы и замечания, коллекти-

ву ООО «Центр инженерных технологий» за постоянную помощь при написании работы; благодарит за высказанные замечания и помощь при оформлении работы сотрудников кафедры гидравлики, с/х водоснабжения и водоотведения АГАУ и выражает искреннюю благодарность директорам ООО «Центр инженерных технологий» Яковченко Тимуру Геннадьевичу и Жорову Виктору Алексеевичу, за оказанную помощь при проведении экспедиционных исследований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Проблемы рекультивации земель в обеспечении устойчивого состояния природных ландшафтов

В главе рассмотрены особенности формирования природно-техногенных систем малых рек. Изложены основные проблемы, возникающие при проведении открытых горных работ. Представлен анализ исследований по восстановлению русел малых рек и прилегающих территорий, нарушенных горными работами, а также дана оценка экологического состояния водосборных территорий малых рек Кемеровской области. Задачи по восстановлению, сохранению и экологической реабилитации малых рек необходимо решать в комплексе с мероприятиями по рекультивации и благоустройству прибрежных территорий, которые формируют качество и состояние не только самих водотоков, но и окружающего ландшафта.

Глава 2. Природные условия региона в условиях техногенного воздействия

В результате анализа природно-климатических условий Кемеровской области выделяются территории, подвергнутые значительному техногенному воздействию практически по всем составляющим элементам окружающей среды. В природно-техногенных системах малых рек происходит коренное преобразование гидрологического и гидрохимического режимов. Уменьшение речного стока ведет к сокращению или к полному прекращению затопления поймы, сокращению площадей сенокосных угодий и естественных пастбищ, к обмелению и зарастанию русла, ухудшению качества воды.

Глава 3. Теоретические и практические основы систем автоматизированного проектирования в природообустройстве

Основным направлением современного развития в сфере проектных работ, является повышение качества и надежности проектирования природно-техногенных систем с использованием комплекса средств автоматизированного проектирования. Разработку проектов по реабилитации русел малых, страдающих от негативного воздействия, возникающего при проведении горных работ, предпочтительно производить в специализированных программах. В ходе научно-исследовательской работы сформулированы требования необходимые при работе с программными продуктами, обеспечивающими автоматизацию проектных работ. Вся информация по современному состоянию исследуемой территории собирается в результате инженерных изысканий.

Топографо-геодезические изыскания могут проводиться как с выездом на место, так и дистанционно (оцифровка существующих топографических карт, данные дистанционного зондирования земли) (рисунок 1, 2).

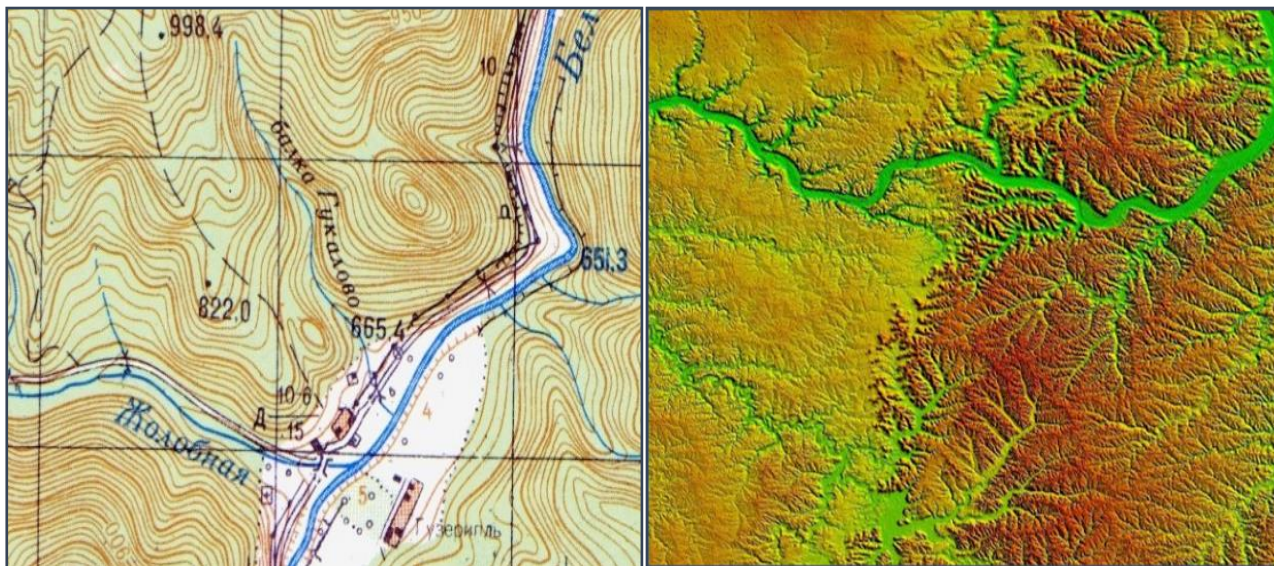


Рисунок 1 - Топографическая карта

Рисунок 2 - Графическое отображение данных высот SRTM

Для построения адекватной и современной цифровой модели местности используются все доступные данные, что позволяет всесторонне рассмотреть изучаемый участок и уменьшить количество возможных ошибок при обработке информации. Другой, важной особенностью выполнения проектных работ по средствам САПР, является возможность автоматизированного подсчета объемов работ. Подсчет объемов стандартными средствами, через формулы и картограммы, является довольно трудоемким, а его точность зависит от частоты сечений поперечного профиля, либо плотности сетки картограммы. При подсчете объемов земляных работ с использованием САПР точность ограничивается лишь поставленной задачей. Математический аппарат программного продукта способен провести сравнение двух поверхностей и выдать результат сравнения в необходимом пользователю виде. Применение САПР в подсчетах объемов земляных работ позволяет в короткие сроки получить необходимую информацию с высокой точностью и отсутствием ошибок в расчетах. Также выполняется ориентировочный расчет ожидаемой экономической эффективности и дается оценка научно-технического уровня системы на основании сбора данных об отечественных и зарубежных системах.

Глава 4. Проектные решения по инженерно-экологическому обустройству малых рек с использованием САПР

4.1 Рекультивация природно-техногенных ландшафтов

В общем виде автоматизация работ основывается на положениях, представленных в блок-схеме (рисунок 3).



Рисунок 3 - Основные положения при проектировании по средствам САПР

В свою очередь, рекультивация проводится на всех нарушенных территориях, независимо от категорий, а также участках, непосредственно прилегающие к ним, на которых полностью или частично утрачена продуктивность, в результате различного, отрицательного воздействия горных выработок. Главная цель рекультивации – это возврат земель в первоначальное природопользование и содействие естественному восстановлению природных экосистем. При рекультивации нарушенных горными выработками земель с учетом природно-климатических условий региона, наиболее целесообразными являются водохозяйственное, лесохозяйственное, сенокосно-пастбищное и рекреационное направление.

Ниже описан алгоритм проектных работ с использованием САПР и приемы рекультивации участков, нарушенных горными выработками и расположенных в долинах малых рек.

4.2 Рекультивация нарушенных участков русла р. Кыргай

Природно-техногенный комплекс каменноугольного месторождения разреза «Заречный» расположен в долине р. Кыргай.

Оползень на внешнем отвале разреза «Заречный» произошел 01.04.2015 г., объем сместившейся массы составил 27,5 млн. м³, ориентировочная площадь, занятая оползнем – 120 га (рисунок 4). При оползании склона на участке складирования вскрышных пород произошла следующая ситуация:

- перекрытие русла и поймы реки Кыргай, что создало опасность подтопления и затопления населенного пункта Мал. Талда;
- уничтожение сельскохозяйственных угодий (естественных сенокосов и пастбищ);
- уничтожение части земель лесного и водного фондов;
- образование завального озера на теле оползня.

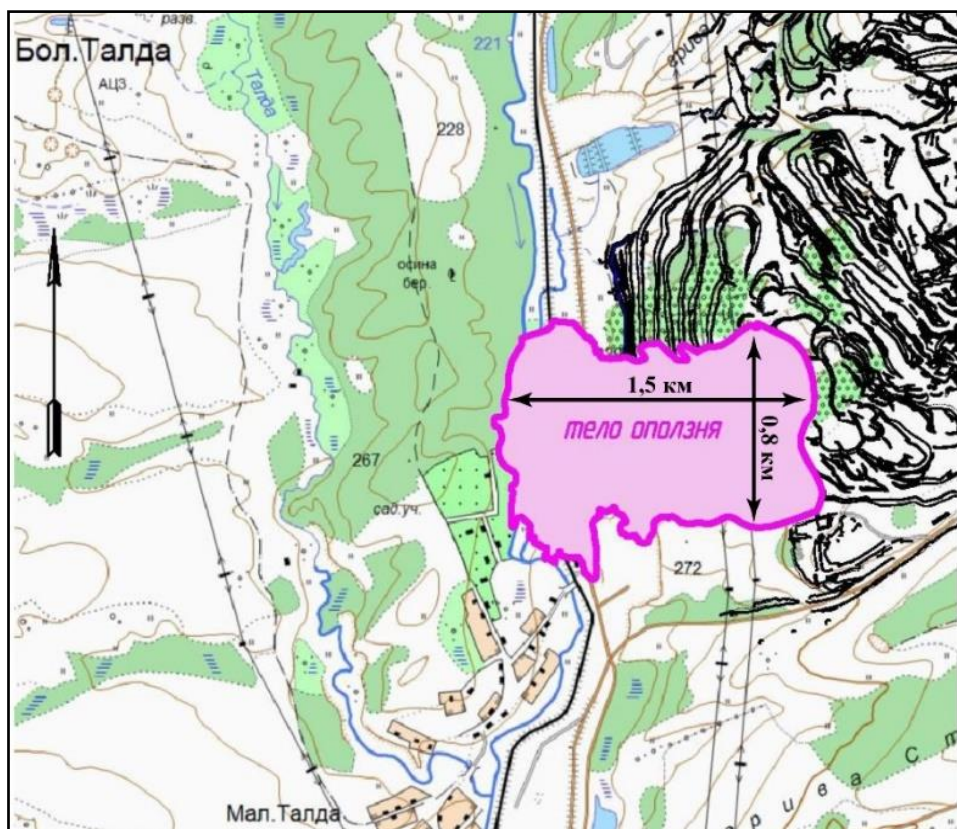


Рисунок 4 - Обзорная схема исследуемого участка на р. Кыргай

Причинами аварии явилось несоответствие параметров отвала несущей способности его основания. Сочетание неблагоприятных климатических, гидрографических, и гидрогеологических условий привело к дополнительному водонасыщению пород отвального массива и основания, изменению их физико-механических свойств и оказало существенное влияние на возникновение и развитие оползня.

Комплекс рекультивационных работ на рассматриваемой территории предусматривается в следующей последовательности:

- восстановление проточности водотока с целью предотвращения подтопления и затопления села Мал. Талда;
- планировка тела оползня с минимальным объемом земляных работ и сохранением существующих или образованных в результате производства работ форм рельефа (горно–техническая рекультивация);
- подготовка территории для дальнейшего использования ее в сельскохозяйственном и лесохозяйственном направлении (биологическая рекультивация).

Проектные работы по восстановлению гидрологического режима р. Кыргай осуществляется с использованием САПР непосредственно в программе на цифровой модели местности (ЦММ), полученной в результате обработки топографо-геодезических изысканий. Последовательность проектных работ производится по блок-схеме (рисунок 3) и выглядит следующим образом:

- создание объекта – трасса канала (осевая линия сооружения);
- создание объекта – профиль по существующему рельефу, проектный профиль, профиль расчетных уровней воды;
- создание объектов – конструкции поперечного сечения канала;
- создание объекта – коридор (проектируемый канал реки);
- создание объектов – поверхность;
- создание объектов – чертежи: план, продольный профиль, типовые поперечные сечения, а так же таблицы объемов и площадей работ.

В результате выполнения всех нормативных условий при обрисовке трассы, протяженность участка выправления русла р. Кыргай составляет 854 метра. Поперечное сечение выправленного русла реки принято исходя из максимального стока вероятностью превышения 1 %, что составляет $80,59 \text{ м}^3/\text{с}$. В данном случае используется сечение для выемки с шириной по дну 6,4 м, и заложением откосов 1:1,5. При таких параметрах глубина воды в канале составит 1,95 м. Ввиду большого заглубления проектного профиля необходимо предусмотреть бермы шириной 3 м через каждые 10 метров заглубления. На основании полученных данных автоматически строится регулировочный коридор и проектная поверхность русла. Полученные в результате построения поверхности визуализируются для наглядности (рисунок 5).

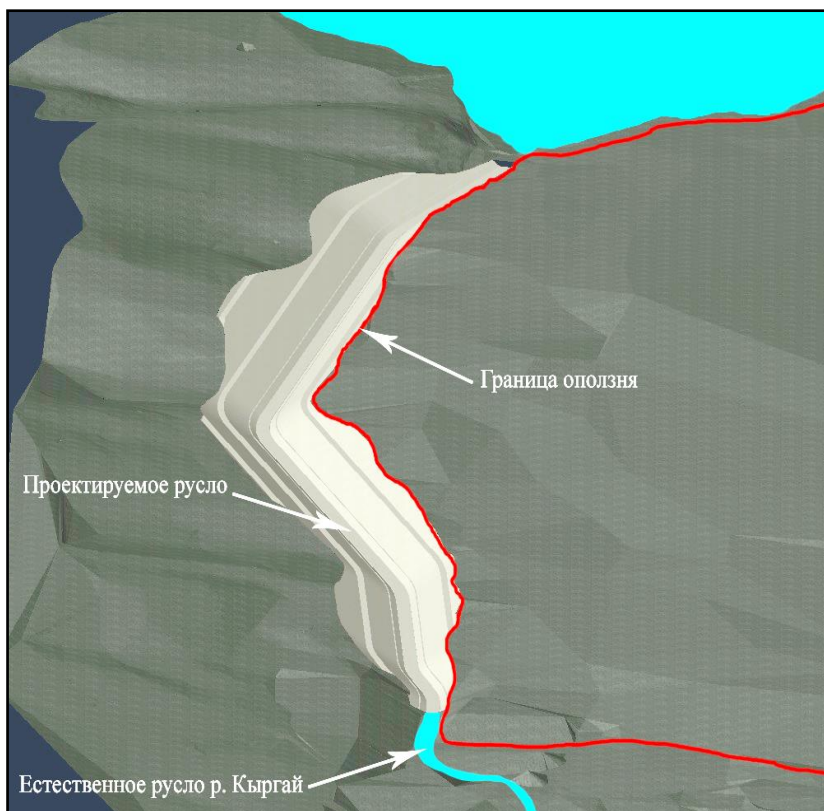


Рисунок 5 - 3D отображение проектируемого сооружения на р. Кыргай

Восстановление проточности р. Кыргай позволит предотвратить подтопление территорий населенных пунктов, а также объектов их инфраструктуры. **Технический этап рекультивации** сводится к подготовке нарушенной территории к различным видам целевого использования. Вид последующего освоения земель определяет характер планировочных работ (сплошных, террасных, частичных). Объем планировочных работ при выколаживании поверхности зависит от угла естественного откоса,

высоты и периметра оползневого тела. *Биологический этап рекультивации* предусматривается после полного завершения технического этапа. Основная роль его заключается в восстановлении почвенного покрова. Породы, слагающие тело оползня, относятся к малопригодным для сельскохозяйственного освоения, поэтому их целесообразно использовать под сенокосы и пастбища.

Для создания территории под сенокосы и пастбища следует провести планировку и нанесение плодородного слоя почвы на потенциально плодородные горные породы мощностью до 40 см, затем в течение 2-3 лет выращивают многолетние травы. Следующим мероприятием будет вторая планировка и минимальная обработка почвы. В дальнейшем возделывают многолетние злаково-бобовые травы на сено или на выпас скота.

4.3 Реконструкция русла р. Заломаева

Природно-техногенный комплекс шахты «Увальная» расположен в долине реки Заломаева. пойменная часть реки практически на всем протяжении избыточно увлажнена. Залесенность поймы незначительная и представлена в основном кустарником. На бортах склонов реки произрастает хвойный лес (пихта, ель, кедр, реже береза и осина). Границы проектируемых шахтных выработок пересекают естественное русло р. Заломаева на участке длиной 3787 м (рисунок 6).



Рисунок 6 - Схема участка района работ на р. Заломаева

Ввиду того, что грунт слагающий пойму реки представлен преимущественно суглинками и супесями, велик риск притока воды в проектируемые выработки, что является одним из опаснейших видов фильтрационных деформаций.

Уменьшить или исключить притоки водных масс в подземные сооружения можно путем переноса и укрепления противофильтрационным материалом русла р. Заломаева на участке горных работ шахты «Увальная». При пересечении реки с проектируемыми горными выработками, водоток рассматривается как линейно-протяжённый объект. Проектные работы проводятся по предлагаемой блок-схеме (рисунок 3).

При проектировании регулировочного коридора в наибольшей степени используется существующее основное русло и корректируется до его устойчивой ширины. Проектируемый канал принят в сечении трапециевидальной формы и по своим характеристикам приближен к параметрам естественного потока реки. Общая длина канала составляет 3787 м. Вся трасса проектируемого канала проходит в выемке и разделена на два участка. Средний уклон первого участка, длиной 3428 м, составляет 12 ‰, второго длиной 359 м – 6,57 ‰. Ширина по дну канала принята 2,9 м, глубина –1 м. Применяется типовое поперечное сечение с заложением откосов 1:2. На основании полученных данных автоматически строится регулировочный коридор и проектная поверхность русла. После выбора необходимых параметров и построения поверхностей можно визуализировать полученные результаты (рисунок 7).

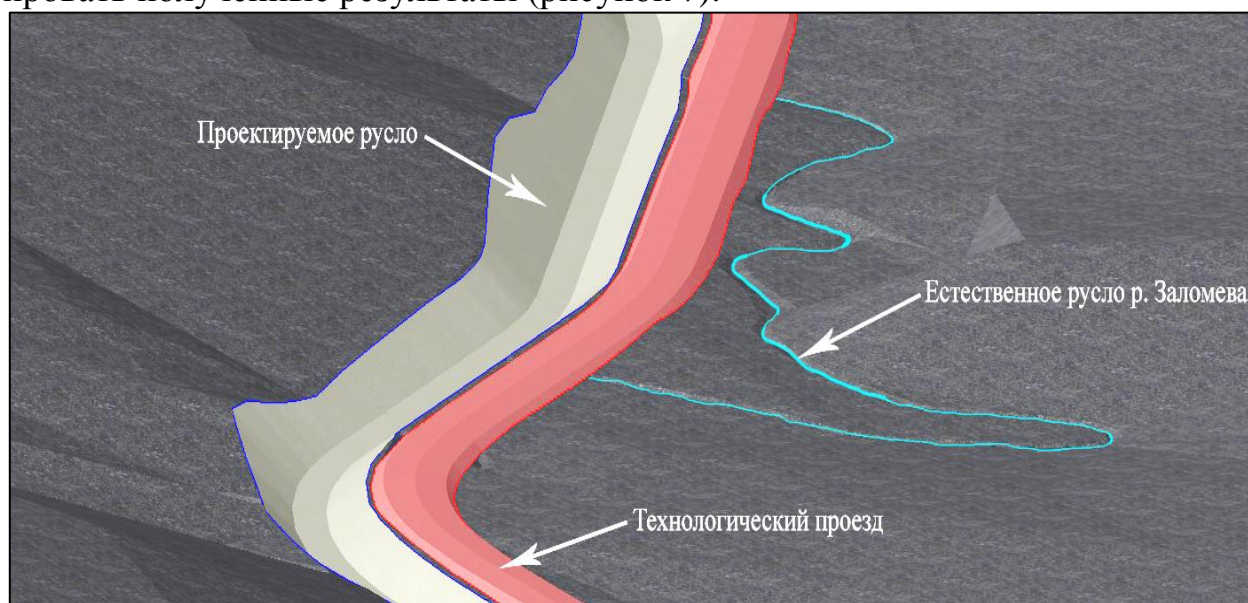


Рисунок 7 - 3D отображение проектируемых сооружений на р. Заломаева

На первой стадии **технической рекультивации** предусматривается селективная разработка грунта. Площадь разработки составляет 219,145 тыс. м², мощность почвенного слоя принимается 0,3 м. Перед началом работ почвенный слой срезается с поверхности полосы производства работ (с площадей под проектируемым каналом, технологическим проездом). Почвенный грунт вывозится и размещается на участках временного складирования почвенного грунта. Общий объем срезанного почвенного грунта составит 65,743 тыс. м³. Природоохранные мероприятия позволят предотвратить уплотнение почвенного покрова, его уничтожение в результате проезда техники и автотранспорта, проведения земляных работ.

После завершения работ по переносу русла планируется вторая стадия технической рекультивации. Данный этап включает планировку территории для ликвидации нарушений рельефа, вызванных строительной техникой, также засыпаются участки старого русла. Площадь планировки составляет 203,017 тыс. м². **Биологический этап** рекультивации состоит в восстановлении почвенного покрова, для этого производится доставка и нанесение плодородного почвенного слоя на всю нарушенную территорию и засев ее многолетними

травы. В весенний период следующего за строительством года осуществляется контроль качества выполнения рекультивации, в том числе контроль всхожести семян многолетних трав. Правильно и вовремя выполненная рекультивация нарушенных земель позволит минимизировать нарушения поверхностного стока с территории, предотвратить интенсификацию процессов водной и ветровой эрозии.

Рекультивируемую территорию, площадью около 20 га, рекомендуется использовать в лесохозяйственных целях. На первых этапах стоит использовать быстрорастущие породы (например, тополя и ивы). При дальнейшем формировании насаждений следующие породы древесных и кустарниковых культур рекомендуется выбирать в зависимости от зональных условий.

4.4 Рекультивация нарушенных участков русла р. В. Тыхта

Природно-техногенный комплекс разрез «Первомайский» ООО «Шахтоуправление «Майское» расположен как на нарушенной территории, используемой в технологическом цикле добычи полезных ископаемых, так и на территории, занятой пашнями, кормовыми угодьями, болотом, лесным массивом в верхнем течении р. Верхняя Тыхта. В 2014 г. из-за оползания склона внешнего автоотвала разреза «Первомайский» русло реки В. Тыхта было частично перекрыто. В результате снижения пропускной способности русла произошло затопление значительной части территории выше по течению реки и образовалось озеро длиной около 2 км и максимальной глубиной 1,1-1,2 м. Длина участка реки, на котором нарушено его естественное течение, составляет 350 м.

Природоохранные мероприятия заключается в переносе русла реки от участка, где произошло подпруживание, для предотвращения негативного воздействия вод (затопление территории). Первоочередной задачей является получение и картографического материала изучаемой местности в результате топографо-геодезической съемки и добавления его в проект.

Дальнейшее проектирование в Autodesk AutoCAD Civil 3D можно рассматривать как процесс создания трехмерных динамических объектов, необходимых для формирования конечного объекта – канала для восстановления пропускной способности речного русла. При пересечении реки с проектируемыми горными выработками, водоток рассматривается как линейно-протяженный объект. Проектные работы проводятся по предлагаемой блок-схеме (рисунок 3).

В результате выполнения всех условий протяженность участка выправления русла р. Верхняя Тыхта составляет 348 м.

Проектный продольный профиль вычерчен в соответствии с нормами и правилами, в которых определен уклон продольного профиля в зависимости от грунтов, слагающих дно проектного русла. Продольный профиль имеет 1 точку перелома и вычерчен с уклоном 30 ‰ до и 5 ‰ после точки перелома, для создания необходимой пропускной способности русла.

В данном объекте используется два вида сечений. Первый для выемок, второй для насыпей с оградительными дамбами. Глубина канала равна 1,3 м. На основании полученных данных автоматически строится регулировочный коридор и проектная поверхность русла.

Мероприятия по рекультивации рассматриваемой территории включают следующие работы:

– восстановление проточности водотока с целью спуска пруда образовавшегося в результате оползания склона и, тем самым, восстановление затопленных территорий. Таким образом, более 58,8 га будет возвращено в земли сельскохозяйственного назначения (рисунок 8, 9);

– планировка тела оползня с минимальным объемом земляных работ и сохранением существующих или образованных в результате производства работ форм рельефа.



**Рисунок 8 –
До проведения мероприятий**



**Рисунок 9 –
После проведенных мероприятий**

После выбора необходимых параметров и построения поверхностей можно визуализировать полученные результаты (рисунок 10).

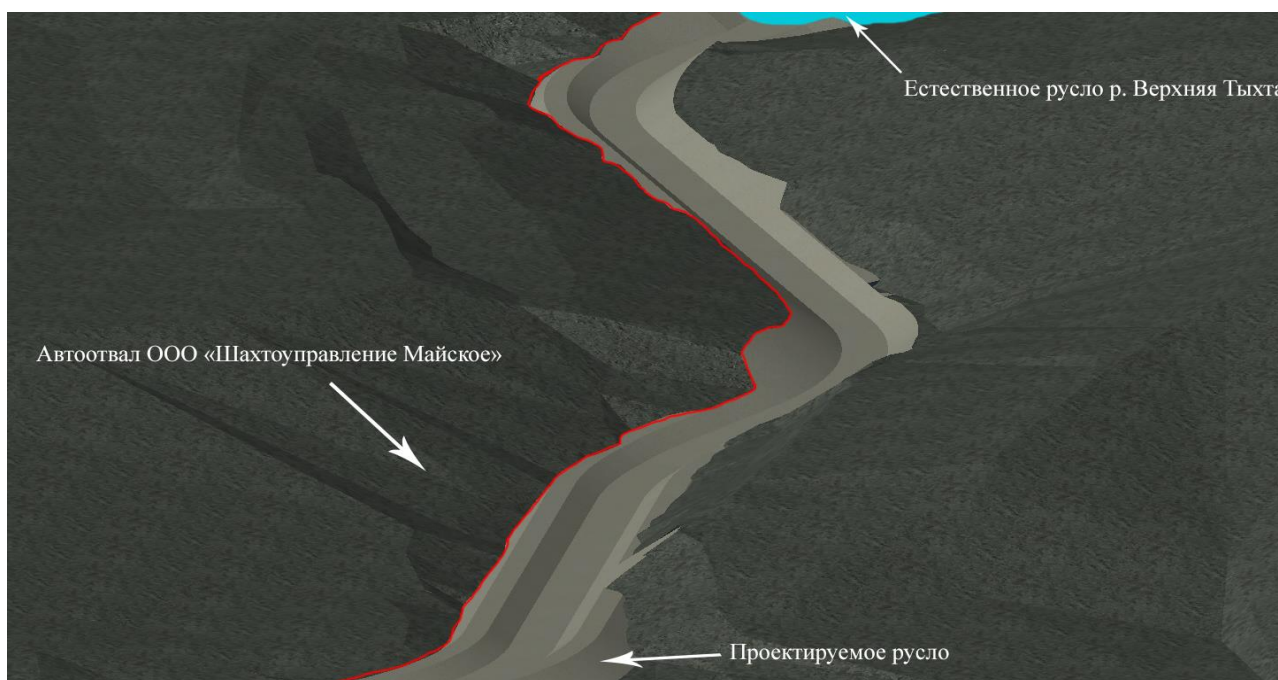


Рисунок 10 - 3D отображение проектируемого сооружения на р. В. Тыхта

С целью *технической рекультивации* поверхности откоса отвала, а также укрепления его от размыва, оползней, ветровой и водной эрозии и предотвращения локальных деформаций предусматривается его выполаживание. Объем планировочных работ зависит от угла естественного откоса, высоты и периметра оползневого тела. Основная роль *биологического этапа* рекультивации заключается в восстановлении почвенно-растительного покрова. Породы, слагающие тело оползня, относятся к малопригодным для сельскохозяйственного освоения, поэтому их целесообразно использовать под сенокосы и пастбища. Откос рекомендуется закрепить гидропосевом травянистой растительности. Для создания территории под сенокосы и пастбища изначально следует провести планировку и нанесение плодородного слоя почвы на потенциально плодородные горные породы мощностью до 40 см, затем в течение 2-3 лет выращивают многолетние травы. Следующим мероприятием будет вторая планировка и минимальная обработка почвы. В дальнейшем возделывают многолетние злаково-бобовые травы на сено или на выпас скота.

Исследование имеющихся представлений о содержании и принципах экологической реабилитации водных экосистем, а также практического опыта, дали возможность оценить результаты работ по местному улучшению гидрологического режима водных объектов и получить определенное представление о последующих действиях по совершенствованию местной и региональной научно-методической базы рекультивационных работ и обеспечению их экологической безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Малые реки, протекающие по территориям горнодобывающих районов Кемеровской области, подвергаются значительному антропогенному и техногенному влиянию, как на водосборах, так и в руслах самих рек, образуя природно-техногенные комплексы. Функционирование этих систем происходит под влиянием природных и антропогенных факторов.

2. Установлено, что процессы восстановления в экосистемах малых рек несравнимы по интенсивности с освоением водосборных бассейнов горнодобывающими предприятиями. Промышленное освоение водосборных территорий привело к деградации и исчезновению многих малых рек, которые в силу своей природной уязвимости в первую очередь реагируют на хозяйственную деятельность человека. Природоохранные меры могут привести к устойчивому улучшению состояния водных объектов только на ранних стадиях их антропогенной деградации. На финальных стадиях деградации реальное улучшение их состояния возможно только в результате проведения специальных инженерно-технических мероприятий.

3. Освещены активно развиваемые в последнее время методики концептуального проектирования сложных систем, положенные в основу технологии САПР. Сформулированы основные требования к формированию баз данных и разработана система оценочных критериев Autodesk AutoCAD Civil 3D при разработке природоохранных мероприятий по восстановлению русел малых рек (переноса, спрямления или выправления).

4. Установлено, что практика применения САПР показывает, что наибольший эффект с точки зрения улучшения качества проектных решений, повышения производительности труда инженеров, сокращения сроков выпуска проектной документации может быть получен только в случае комплексной автоматизации вычислительных и вспомогательных работ на всех этапах проектирования, начиная с обработки материалов изысканий и заканчивая чертежно-графическими работами.

5. По результатам инженерных изысканий в программном продукте Autodesk AutoCAD Civil 3D определен оптимальный комплекс работ по инженерно-экологическому обустройству рек региона.

6. При восстановлении проточности р. Кыргай трасса проектного русла идет вдоль границы оползня с минимальным количеством углов поворота. Общая длина трассы составляет 854 м, продольный профиль проектного русла полностью проходит в выемке с постоянным уклоном 6,87 ‰ с целью предотвращения заиления водотока. Восстановление русла реки позволит предотвратить подтопление населенных пунктов, а последующее проведение технической и биологической рекультивации земель вернуть в сельскохозяйственный оборот естественные сенокосы и пастбища на площади 120 га.

7. Трасса (ось сооружения) проектируемого русла р. Заломаева принята в сечении трапецеидальной формы и по своим характеристикам приближена к параметрам естественного потока реки. Общая длина канала составляет 3426 м. Ширина по дну канала принята 2,9 м, глубина – 1 м, заложение откосов 1:2. Для предотвращения фильтрации поверхностных вод предусматривается укладка противофильтрационного материала по дну и откосам канала. Рекультивируемую территорию, площадью более 20 га, рекомендуется использовать в лесохозяйственных целях, так как это наиболее удобный и дешевый вид освоения нарушенных земель.

8. Трасса выправляемого русла р. Верхняя Тыхта предусмотрена в обход тела оползня. Выправляемое русло в сечении трапецеидальной формы, по своим параметрам приближено к параметрам естественного потока реки. Общая длина выправляемого участка составляет 350 м. Ширина по дну составляет 4 м, глубина канала 1,3 м. Выправляемое русло проходит как в выемке, так и в насыпи. Восстановление проточности водотока позволит восстановить гидрологический режим, нарушенный в результате оползания склона и более 58,8 га будет возвращено в земли сельскохозяйственного назначения (сенокосы и пастбища).

9. Полученные результаты составляют методическую основу для совершенствования технологий использования САПР Autodesk AutoCAD Civil 3D в области природообустройства и водопользования. Практическая апробация отдельных положений диссертационного исследования иллюстрирует экономическую эффективность предлагаемого подхода, хорошую наглядность структуры

технологического процесса проектирования и высокое качество проектных материалов.

10. При решении поставленных в диссертационном исследовании задач по восстановлению проточности малых рек одновременно находят решение вопросы технической и биологической рекультивации нарушенных территорий и рационального использования земель в лесо- и сельскохозяйственном направлении.

11. Предложения по совершенствованию системы управления охраной окружающей среды угледобывающего региона позволят обосновать приоритеты природоохранных и природовосстановительных мероприятий, определить необходимые средства для решения экологических задач и оценить эколого-экономическую эффективность на уровне недропользователя.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Результаты работы могут быть использованы проектными организациями при разработке проектов по выправлению, спрямлению, переносу и укреплению русел малых рек, защиты горных выработок от вредного воздействия поверхностных вод, и в других проектах, связанных с рекультивацией участков русел малых рек, нарушенных горными работами, а также научными учреждениями, разрабатывающими системы автоматизации проектных работ.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

а) работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Коломоец, С.Ю. Экологический мониторинг малых водных объектов. / Л.В. Терновая, А.В. Скрипник, С.Ю. Коломоец // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – №8 (130). С.53-57.
2. Коломоец, С.Ю. Технологии автоматизированного проектирования в зонах техногенеза (на примере Кемеровской области / В.И. Заносова, С.Ю. Коломоец // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – №8 (142). С.49-54.
3. Коломоец, С.Ю. Автоматизация проектных работ при реконструкции русла р. Кыргай в Кемеровской области / В.И. Заносова, С.Ю. Коломоец // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №3 (149). С.61-66.

б) статьи в других изданиях

1. Коломоец, С.Ю. Искусственные водоемы и их экологическая значимость / С.Ю. Коломоец, В.И. Заносова // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сб. статей в 3-х кн.: IX Междунар. научно-практ. конф. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2014. - Кн. II. - С.434-435.
2. Коломоец, С.Ю. Применение ГИС-анализа для оценки природных условий староорошаемых земель / Д.М. Гребенкина, В.И. Заносова, С.Ю. Коломоец //

Аграрная наука - сельскому хозяйству: сб. статей в 3-х кн.: X Междунар. научно-практ. конф. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2015. - Кн. II. - С.373-375.

3. Коломоец, С.Ю. Автоматизация проектных работ при реконструкции русел малых рек / В.И. Заносова, С.Ю. Коломоец. // Проблемы управления водными и земельными ресурсами: материалы Международного научного форума в 3-х ч. Ч.1. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – С. 312 -319.

4. Коломоец, С.Ю. Восстановление экосистем малых рек (на примере реки Верхняя Тыхта) / С.Ю. Коломоец // Современные аспекты инновационного развития отраслей АПК: сб. статей: в 2-х т.: Междунар. научно-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2015. - С. 43-45.

5. Коломоец, С.Ю. Современные экологические проблемы малых рек кемеровской области / С.Ю. Коломоец // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сб. статей в 3-х кн.: XI Междунар. научно-практ. конф. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2016. - Кн. II. - С.372-373.

6. Коломоец, С.Ю. САПР в расчетах объемов земляных работ в сфере природообустройства / С.Ю. Коломоец // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета: сб. научных тр. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. Кн. I. - С. 300-302.

Подписано в печать 25.04.2018 г. Формат 60x84/16.
Бумага для множительных аппаратов. Печать ризографная.
Гарнитура «Times New Roman». Усл.-печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ № .

РИО Алтайского ГАУ
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98
тел. 62-84-26